

## **RESUMO DAS PALESTRAS DA IV SEMANA DA FÍSICA**

### **28/05/25 - PALESTRA 1: DIRAC E A MECÂNICA QUÂNTICA, UM RECORTE DOS ANOS 1925-1937**

**Palestrante: Dr. José Abdalla Helayël-Neto (CBPF - RJ)**

**Resumo:** 2025 marca o Centenário da Mecânica Quântica. Heisenberg, com o seu artigo “Quantum-theoretical re-interpretation of kinematic and mechanical relations”, e Dirac, com o seu paper “The fundamental equations of Quantum Mechanics”, lançam os trabalhos seminais da Mecânica Quântica. Com esta efeméride a ser celebrada, nesta atividade com o IFES/Cariacica, a proposta é apresentar fatos e bastidores que mostram que a alvorada já era um clímax, chamando atenção para um importante momento da Epistemologia: o agitado processo de estabelecimento de uma nova grande teoria. Em meu período de Doutorado na SISSA-Trieste, tive contatos com o Prof. Dirac em suas aulas/palestras e em grupos de discussão do Professor com estudantes e post-docs. Relatos de debates, conflitos de postura filosófica e, até mesmo, ataques frontais a Dirac ilustram bem o agitado período de construção da Mecânica Quântica Relativística, entre os anos 1928-1931. A calma chega com a descoberta da antimatéria - o pósitron - por Carl Anderson em 1932, formalmente anunciada em um artigo do Physical Review, em Março de 1933. Será também lembrado como Dirac, inspirado pelas ideias da Mecânica Quântica, entra no debate da Cosmologia, com o seu original trabalho “A new basis for Cosmology”, publicado em 1937, e a sua debatida Letter, também de 1937, “The cosmological constants”

### **28/05/25 - PALESTRA 2: POR UMA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA E NACIONAL: EVIDENCIANDO PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**Palestrante: Dr. Geide Rosa Coelho (UFES - ES)**

**Resumo:** Sendo a educação uma via poderosa de difusão ideológica, nesta palestra busco argumentar, a partir de práticas pedagógicas desenvolvidas na educação básica, como a educação científica pode contribuir para o desenvolvimento de leitura crítica da realidade por meio do trabalho interdisciplinar e de temas/questões sociocientíficas que se constituem como situações que são contradições sociais da realidade brasileira. Almejamos nesse processo educacional crítico e nacional, o desenvolvimento da AC paralelamente à alfabetização política.

### **28/05/25 - PALESTRA 3: COMO A COSMOLOGIA SE TORNOU UMA CIÊNCIA E DIREÇÕES FUTURAS**

**Palestrante: Dr. Sergio Vitorino de Borba Gonçalves (UFES - ES)**

**Resumo:** Pretendemos nesse seminário apresentar como foi o processo de descoberta

da radiação cósmica de fundo em microondas (CMBR) na década de 1960 e como essa observação estabeleceu de fato a teoria do Big Bang enquanto modelo padrão para o estudo e compreensão do Universo e transformou a Cosmologia em uma ciência empírica, rompendo com a ideia que existia na comunidade científica de que a Cosmologia era assunto de poetas. A partir desse acontecimento, podemos dizer que a Cosmologia entrou em um momento fundamental em sua história. Atualmente, uma riqueza de experimentos e observações de ponta estão todos começando a reunir dados, ou prestes a fazê-lo. Esses experimentos e observações visam abordar algumas das mais intrigantes questões da física fundamental, como qual é a natureza da matéria escura, a energia escura é uma constante cosmológica ou um campo variável, quais são as massas dos neutrinos e muito mais. Enquanto o modelo  $\Lambda$ -CDM surgiu como um modelo simples que é consistente com a maioria dos conjuntos de dados atuais, estamos começando a encontrar alguns desvios interessantes que merecem mais exploração. Este seminário também irá fornecer uma visão geral dos próximos projetos e das oportunidades científicas que irão se apresentar nessa área de pesquisa. Colocamos alguns dos resultados mais recentes e questões pendentes na perspectiva dos próximos programas observacionais.

#### **29/05/25 - PALESTRA 4: TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL**

**Palestrante: Dra. Fabiana Botelho Kneubil (IEFC - Instituto Educacional Futuro da Ciência - SP)**

**Resumo:** Por que a Teoria da Relatividade é a teoria mais famosa do mundo? A relatividade de Einstein, lançada em 1905, trouxe muitas implicações para a Física e, principalmente, uma nova concepção do mundo. Especialmente na cinemática, os conceitos de espaço e tempo foram ressignificados e a descrição dos movimentos passa a depender de observadores. Nesta palestra, discutiremos as ideias por trás dessas alterações e uma nova estrutura de pensamento que suporta as tão famosas consequências da relatividade especial, como a dilatação do tempo, a contração do espaço, a quebra da simultaneidade e a questão da causalidade, desconstruindo o presente-passado e futuro absoluto.

#### **29/05/25 - PALESTRA 5: UMA INTRODUÇÃO À HISTÓRIA DA MECÂNICA QUÂNTICA**

**Palestrante: Dr. Thiago Hartz (Instituto de Matemática, UFRJ - RJ)**

**Resumo:** Em 1900, tentando explicar a radiação eletromagnética emitida por corpos aquecidos, Max Planck propôs que a troca de energia entre a matéria e o campo eletromagnético ocorreria de modo descontínuo, em pequenos pacotes de energia denominados quanta. Com isso, teve início a chamada teoria quântica. Por cerca de 25 anos, físicos como Albert Einstein, Niels Bohr, Wolfgang Pauli, entre outros, tentaram

sem sucesso compatibilizar a proposta de Planck com as teorias físicas existentes (em particular, a mecânica clássica e o eletromagnetismo), desenvolvendo uma série de procedimentos que funcionam em certos casos, mas careciam de uma abordagem sistemática. Essas tentativas foram posteriormente denominadas teoria quântica velha. Por volta de 1925, com os trabalhos independentes de Werner Heisenberg e Erwin Schrödinger, duas formulações sistemáticas equivalentes foram encontradas, denominadas respectivamente mecânica matricial e mecânica ondulatória. Esses trabalhos deram início à chamada mecânica quântica, que em 2025 completa cem anos.

Nesta apresentação, veremos como ocorreu o desenvolvimento da mecânica matricial por Heisenberg, em 1925, e da mecânica ondulatória por Schrödinger, em 1926. Enfocaremos os problemas experimentais que estavam postos na época, as tentativas de acomodá-los nas teorias vigentes, as soluções encontradas por esses dois físicos e a recepção de suas ideias na época. Veremos também um breve panorama dos trabalhos que têm sido realizados atualmente pela comunidade de pesquisa em História da Física acerca da história do desenvolvimento da mecânica quântica.

## **29/05/25 - PALESTRA 6: ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: ALGUMAS RELAÇÕES**

**Palestrante: Dra. Lúcia Helena Sasseron (USP - SP)**

**Resumo:** Nesta palestra, serão abordadas concepções históricas e atuais sobre a Alfabetização Científica e o ensino por investigação. Interessa-nos discutir se há e como se manifestam relações entre ambas as ideias. Defenderemos que a Alfabetização Científica é uma perspectiva formativa pelo ensino de ciências; e discutiremos o ensino por investigação como um modo de abordar didaticamente os conteúdos em situações escolares de forma a atingir o objetivo de alfabetizar cientificamente estudantes.

## **30/05/25 - PALESTRA 7: ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: MOBILIZAÇÃO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS E DE DOMÍNIOS DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

**Palestrante: Dra. Lúcia Helena Sasseron (USP - SP)**

**Resumo:** Nesta fala, serão discutidos aspectos que se vinculam tanto ao planejamento quanto à implementação de propostas didáticas pautadas no ensino por investigação. Concebido como uma abordagem didática, defendemos o ensino por investigação como intrínseco às concepções e atuação de docentes que procuram oferecer oportunidades a estudantes para que se relacionem com elementos das ciências que englobam conceitos, práticas, processos e normas da atividade científica. A consideração dos domínios do conhecimento científico pode ser fator importante para planejar aulas com o propósito mencionado, bem como pode permitir contato de estudantes com práticas epistêmicas das ciências.

## **30/05/25 - PALESTRA 8: A TEORIA DA RELATIVIDADE: $E = MC^2$ E O MUNDO DA MATÉRIA**

**Palestrante: Dra. Fabiana Botelho Kneubil (IEFC - Instituto Educacional Futuro da Ciência - SP)**

**Resumo:** A famosa fórmula  $E=mc^2$  é um ícone da relatividade e seu significado é bem mais profundo e belo do que costuma ser divulgado. Nesta palestra, exploramos as consequências do  $E=mc^2$ , em entes materiais existentes na natureza, das moléculas até os minúsculos quarks. Dentre as principais ideias novas discutidas, mostramos que a lei de Lavoisier para a conservação das massas não é válida e que, de fato, é a energia do sistema que pesa numa balança. As consequências disso para o nosso mundo são radicais: cerca de 99% do peso de todas as coisas que nos cercam é devido às suas energias cinética e potencial.

## **30/05/25 - PALESTRA 9: TECNOLOGIAS QUÂNTICAS NO ANO DO CENTENÁRIO DA MECÂNICA QUÂNTICA**

**Palestrante: Dr. Marcelo Paleologo Elefteriadis de França Santos (UFRJ - RJ)**

**Resumo:** Em 2025, comemoramos o Ano Internacional de Ciência e Tecnologia Quântica (IQY), uma homenagem mundial ao centenário do desenvolvimento da teoria que revolucionou o século XX. A teoria quântica mudou significativamente nossa compreensão da natureza e seus mecanismos e melhorou avanços tecnológicos espetaculares que representaram um salto gigantesco do conhecimento humano. Festejamos também o que promete ser uma nova revolução tecnológica que se desenha para o século XXI proporcionada justamente pelo refino experimental criado a reboque da revolução anterior. Nessa palestra, faremos um breve passeio por essas duas revoluções, suas consequências epistemológicas e práticas e o que pode estar por vir.

## **30/05/25 - PALESTRA 10: OS DEBATES SOBRE A INTERPRETAÇÃO DA MECÂNICA QUÂNTICA: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS**

**Palestrante: Dr. Thiago Hartz (Instituto de Matemática, UFRJ - RJ)**

**Resumo:** As formulações da mecânica quântica propostas por Werner Heisenberg e Erwin Schroedinger em 1925/1926 apresentavam imagens inteiramente diferentes dos fenômenos físicos. Enquanto a segunda utilizava uma imagem ondulatória, a primeira enfatizava que a mecânica quântica deveria lidar somente com quantidades observáveis. Isso fez com que essas duas formulações, ainda que matematicamente equivalentes, fossem entendidas como fisicamente distintas. Esse fato motivou um amplo debate acerca da noção de visualizabilidade (Anschaulichkeit) dos conceitos da física. Foi em meio a esse debate que Heisenberg e Niels Bohr propuseram, respectivamente, as relações de incerteza e o princípio da complementaridade. Nos anos seguintes, a teoria

recebeu duras críticas de Albert Einstein, que colocavam em questão a coerência e a completude da nova teoria, e uma formulação alternativa proposta por Louis de Broglie. Bohr conseguiu responder parte das críticas, consolidando o que, muito posteriormente, viria a ser denominado, de modo bastante vago, interpretação de Copenhague. Segundo o historiador Max Jammer, durante cerca de trinta anos houve uma “quase incontestada monocracia de Copenhague”. Entre 1952 e 1970, essa situação mudou drasticamente, com amplos debates sobre a interpretação dessa teoria e o estabelecimento do dissenso, que perdura até hoje. Nesta apresentação, veremos quais são os principais problemas de interpretação da mecânica quântica. Analisaremos diversos aspectos, tais como o debate sobre a visualizabilidade, o chamado postulado da projeção, o problema da medição na mecânica quântica, o processo de medição na teoria quântica de campos, as diversas formulações alternativas da mecânica quântica, a interpretação dos muitos mundos e os desdobramentos atuais desses debates. Veremos também um breve panorama dos trabalhos que têm sido realizados atualmente pela comunidade de pesquisa em História da Física acerca da história das interpretações da mecânica quântica.